

菜籽油的制取及加工

刘大川 编写

贵州人民出版社

1984年2月·贵阳

内 容 提 要

本书较系统地叙述了：油菜籽的组成及菜籽油的营养价值；油菜籽的贮藏和干燥；菜籽油的制取工艺及设备；菜籽油的精炼和加工；菜籽油的工业用途；副产品的利用等。特别是在怎样提高菜籽油的质量及菜籽油的精炼方面作了较为详细的介绍。本书内容丰富，资料比较新颖，可供粮食院校油脂工程专业师生及油脂工厂技术人员参考，也可供植物油厂工人阅读。

前 言

油菜是我国重要的油料作物，油菜籽含油丰富。菜籽油既是良好的食用油，又是化学工业的原料。油菜籽的丰收给收购、贮藏、制油、精炼、加工及利用等方面提出了新的任务和要求。编写这本书的目的是力图通过它向从事油脂工业的同志们较系统的介绍油菜籽的组成及菜籽油的营养价值；油菜籽的贮藏和干燥；菜籽油的制取工艺及设备；菜籽油的精炼和加工；菜籽油的工业用途；副产品的利用等内容。

本书编写过程中，得到商业部粮油工业局和教育司的支持，并得到汤伯因、李奕生、谢阶平三位工程师的帮助，有关院校、工厂、科研单位还提供了许多资料，高秀峰同志为全书绘制插图，谨此表示感谢。

由于水平有限，错误和缺点在所难免，请读者提出宝贵意见。

刘大川

1983年6月27日

目 录

一、绪言.....	(1)
二、油菜及菜籽油.....	(3)
(一) 油菜的形态和种类.....	(3)
(二) 油菜籽及菜籽油的化学组成.....	(5)
(三) 菜籽油的营养价值.....	(8)
(四) 油菜新品种的培育.....	(10)
三、油菜籽的贮藏.....	(12)
(一) 贮藏方法.....	(13)
(二) 仓库.....	(19)
(三) 仓库机械化作业.....	(22)
四、油菜籽的干燥.....	(25)
(一) 热风烘干机.....	(25)
(二) 远红外线干燥机.....	(28)
五、油菜籽的清理.....	(31)
(一) 筛选.....	(31)
(二) 磁选.....	(38)
(三) 清除并肩泥.....	(40)
(四) 除尘.....	(44)
六、油菜籽的软化、轧胚.....	(50)
(一) 软化.....	(50)
(二) 轧胚.....	(50)

七、菜籽生胚的蒸炒·····	(58)
(一) 菜籽生胚的结构·····	(58)
(二) 蒸炒过程中发生的变化及其作用·····	(59)
(三) 湿润蒸炒·····	(62)
(四) 直接火炒籽·····	(68)
八、压榨法制取菜籽油·····	(71)
(一) 压榨法制取菜籽油采用的螺旋榨油机·····	(71)
(二) 压榨法制取菜籽油的工艺流程·····	(99)
九、浸出法制取菜籽油·····	(105)
(一) 菜籽饼的浸出·····	(110)
(二) 湿粕的脱溶烘干·····	(119)
(三) 混合油的蒸发和汽提·····	(125)
(四) 溶剂汽的冷凝、冷却·····	(135)
(五) 影响溶剂损耗的因素及降低损耗的措施·····	(144)
(六) 浸出油厂(车间)对安全技术的要求·····	(148)
十、菜籽油的精炼·····	(149)
(一) 菜籽油精炼方法概述·····	(149)
(二) 机械杂质的去除·····	(153)
(三) 脱胶·····	(164)
(四) 脱酸·····	(203)
(五) 脱色·····	(223)
(六) 脱臭·····	(230)
(七) 几种菜籽成品油的精炼方法·····	(247)
(八) 关于精炼菜籽油的质量问题·····	(254)
(九) 关于“调合油”·····	(257)
十一、菜籽油的氢化·····	(259)

(一) 油脂氢化概述·····	(259)
(二) 菜籽油氢化的工艺·····	(264)
(三) 氢化设备·····	(265)
(四) 影响选择性氢化的因素·····	(267)
(五) 有关问题的说明·····	(268)
十二、菜籽油的工业应用·····	(271)
(一) 菜籽油的直接应用·····	(272)
(二) 菜籽油衍生物的应用·····	(274)
(三) 芥酸衍生物的应用·····	(275)
(四) 芥酸裂解产物的应用·····	(277)
十三、菜籽饼粕的利用·····	(279)
(一) 菜籽饼粕的营养价值和毒性·····	(279)
(二) 菜籽饼粕的去毒方法·····	(281)

一、绪 言

油菜，古代称为芸苔，也称胡菜。我国青海、新疆、甘肃、内蒙一带栽培较早，已有一千八百多年历史。元、明以后，由于解决了冬种油菜的技术问题，油菜才逐渐从西北高原移向长江流域。当前，油菜的种植已遍及我国二十多个省、市、自治区。

油菜在世界上分布甚广，除我国外，印度、巴基斯坦、德国、法国、瑞典、波兰、苏联及加拿大等国家都大量种植。据《世界农产品统计年报》，五十年代末世界油菜籽总产量的95%在亚洲，其中以我国产量最多，约占世界总产量的64%，居世界之冠；其次为印度，约占28%。〔注〕至七十年代末，世界油菜种植的布局发生了很大的变化。1978~1979年度，世界油菜籽总产量为1018.5万吨，其中，加拿大产量为347万吨，约占34%，一跃而成世界油菜籽生产之冠；我国屈居第二，产量为185万吨，约占18%；第三为印度，产量161.8万吨，约占16%。近几年来，我国油料作物产量大幅度增长，油菜籽产量1979~1980年度上升到240万吨，1980~1981年度继续上升到406万吨，1981~1982年度又创新记录，产量超过500万吨。世界最大油菜籽生产国加拿大的历史最高产量是360万吨，可见从1981年开始，我国油菜籽产量已超过加拿大再次跃居世界第一。

注：转引自华中、湖南农学院：《作物栽培学》1963，湖南人民出版社。

我国油菜籽产量1980~1981年度为1977~1978年度的350%，增长速度的确是很惊人的！在我国各种油料中，油菜籽已占第一位，成为我国食用植物油的主要油源。油菜籽产量的迅速增长，对改善我国食油供应状况，对扭转我国吃进口油的局面，对提高人民的食油水平，对活跃市场都起了积极的作用。可以说，油菜籽已成为左右我国食用油形势的主要植物油料，同时也左右着我国油脂工业的发展。

油菜籽的大幅度增产给收购、制油、加工、贮存及供应等方面都带来了新的问题。不少地区制油、精炼能力不足，技术水平低，菜籽油质量差；综合利用和工业利用的开发研究还很薄弱；菜籽油成本高，国家财政补贴多，以及芥酸含量高，这就使内销和外销都受到影响。因此，为了适应油菜籽增产的新形势，比较系统地研究油菜籽的组成及性状，菜籽油的制取、精炼及加工工艺，菜籽油的工业利用，菜籽饼粕以及制油过程中副产品的综合利用都是十分必要的。

二、油菜及菜籽油

(一) 油菜的形态和种类

油菜属十字花科，为一年或越年生草本植物。植株高约30~90厘米，茎圆柱形、粗壮，多分枝。叶互生，基生叶片为长椭圆形或匙形，茎生叶呈披针形或长三角形，叶片上有刺毛和蜡层。总状花序，花瓣黄色或淡黄色，四片，相交成十字形。长角果，内有球形种籽（油菜籽）10~38粒，着生于隔膜边缘，分左右二列，直径约1.5毫米，有黄、褐及黑色几种。花果期4~6月份。

油菜籽由种皮和胚二部分组成，没有胚乳。胚具二片子叶，油菜籽的油分主要存在于子叶之中。子叶和种皮的连接相当紧密，难以去皮。

我国栽培的油菜有三大类型：芥菜型、白菜型及甘蓝型。根据中国农业科学院油料作物研究所对我国17个省、区1977年油菜品种1000余份样品测定的结果，我国各品种油菜籽的含油量一般在30~50%的范围。最集中的含量幅度为35~42%，全国总平均含油量为38.39%，其中最高值达51.83%，最低值是24.64%。油分含量在不同类型之间有明显区别，依甘蓝型、白菜型、芥菜型而递减。不同省区亦有差异（见表2-1），特别是西藏地区含量居全国首位（平均含油45.70%），新疆地区为全国最低（平均含油32.24%）。环境条

件对油菜籽中油分含量的影响是明显的，从测定结果说明了含油量与海拔高度有正相关性。西藏地区平均海拔高度在4000米以上，有世界屋脊之称。据气象资料查证，该地区的日照时数长达三千多小时，因此菜籽中含油量较高。此外，花期的长短、全生育期等都有影响。据测定材料统计，油菜花期天数越长，种籽含油量越高；全生育期越长，种籽含油量往往有升高的趋势。

表2-1 各省区油菜籽平均含油量（1977年种籽）

省、区名称	品种份数	平均含油量%	省、区名称	品种份数	平均含油量%
西 藏	104	45.70	湖 南	26	35.54
四 川	147	40.86	湖 北*	86	33.43
贵 州	130	40.42	江 西	86	35.34
陕 西	92	39.51	新 疆	27	32.34
浙 江	75	39.12	内 蒙	9	38.92
青 海	101	37.48	河 北	9	40.57
云 南	275	36.20	广 西	9	37.53
江 苏	9	38.53	甘 肃	6	36.35
山 西	5	40.16	宁 夏	4	41.09

*湖北省为1978年种籽。

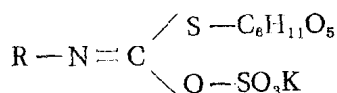
油菜的适应性强，产量也高，是我国重要的油料作物。产地主要分布在长江流域各省，其中以四川省栽培最多，江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南以及云南、贵州等省次之。其它如中原、西北各省区也有种植，而且种植面积正在不断扩大。我国南方的油菜多为冬油菜品种，即在寒露和霜降之间播种，次年4~6月收获。北方也有冬油菜品种，一

般提前在7月底8月初播种；另外还有春油菜品种，即5月初播种，同年8~9月份收获。油菜的收获必须及时，在果荚有一半以上已经带黄色的时候，就要收割，等晒干后仔细脱粒，做到粒粒归仓。适时收获，可以保证菜籽的质量好，产量高。收获过早，菜籽还没有成熟，含油少；收获迟了，底下的果荚开裂，菜籽散失掉，也会减少产量。

(二) 油菜籽及菜籽油的化学组成

油菜籽主要由油脂、蛋白质、糖类、水分、灰分(矿物质)等组成，其含量因品种、环境条件及农业技术措施等的不同有着较大的变动。一般地说，菜籽中含油35~42%、蛋白质20~27%、糖类19~23%、粗纤维5~9%、水分6~9%、灰分3~5%。

我国油菜籽中含芥子甙(硫代葡萄糖甙)5~8%，芥子甙是一种复杂的烃基硫代配糖体，其中有机配基初步鉴定有70余种，各种芥子甙是以混合物的形式存在的，其分子结构可概括为：



芥子甙能溶于水，本身并无毒性，但在湿、热条件下，由于天然存在于菜籽中的芥子酶的作用，使其水解而生成腈、噻唑烷硫酮、异硫氰酸酯和硫氰酸酯，这些含硫化合物具有毒性，而且具有令人不愉快的气味。它们在菜籽油的制取过程中，一部分留在饼粕中，而另一部分则转移到菜籽油中，从而严重影响菜籽饼粕的使用价值及菜籽油的质量。

从油菜籽制取的油即为菜籽油（或简称为菜油）。菜籽油的物理性状见表2-2所列。

表2-2 菜籽油的物理性状

比重 d_{4}^{20}	0.911~0.918	挥发及水溶性脂肪酸	0.1~0.8%
融点	0~9℃	皂化价	167~180
凝固点	-4~-10℃	碘价	94~106
折光指数 n_D^{20}	1.4720~1.4760	硫氮值	79~82
乙酰值	1.5~6.0	六溴化物价	4.7~7.6
比热 (20~30℃)	0.465	不皂化物	0.5~1.0%
热值 (卡/克)	9412~9489	粘度 E^{20}	9~11
闪点	265~305℃	羰基价	3.0
水不溶脂肪酸	94~96%	磷脂	0.9~1.5%

菜油的主要成分是各种脂肪酸的甘油三酸酯（国际命名委员会建议改名为三酰甘油）。甘油三酸酯，是甘油分子的三个羟基和三个脂肪酸分子羧基脱水缩合后的生成物。甘油三酸酯分子中的三个脂肪酸可能是相同的，也可能是部分相同的，或者是完全不同的。

除甘油三酸酯外，菜油中还有磷脂、蛋白质、糖类、游离脂肪酸、甾醇、生育酚、色素、烃类、水分等成分。另外菜油中还有微量的异硫氰酸酯、硫氰酸酯、噻唑烷硫酮等含硫化合物。

组成甘油三酸酯的脂肪酸种类很多，含量也各不相同，它们影响着菜油的性质及营养价值。中国农业科学院油料作物研究所对我国17个省区的菜籽油脂肪酸组成进行了分析，其结果列于表2-3。

表2-3 各省区菜籽油的脂肪酸组成 (%)

省区名称	测定 样品 份数	棕榈酸	油 酸	亚油酸	亚麻酸	廿碳烯酸	芥 酸
		C ₁₆ :0	C ₁₈ :1	C ₁₈ :2	C ₁₈ :3	C ₂₀ :1	C ₂₂ :1
四 川	114	2.29	13.38	12.63	8.86	8.67	52.47
贵 州	123	2.55	11.74	14.97	11.59	9.14	48.75
云 南	155	2.68	12.17	15.54	10.99	7.40	51.04
湖 北	116	2.05	13.87	13.79	8.95	9.30	52.03
江 西	85	2.47	18.76	12.15	6.05	9.50	51.12
浙 江	71	1.92	14.35	13.12	8.50	8.38	52.95
江 苏	9	2.72	13.18	14.57	8.56	9.08	51.80
广 西	9	2.11	15.72	12.71	6.15	9.06	54.20
陕 西	88	3.18	16.59	12.86	9.50	10.20	49.79
西 藏	98	2.36	19.64	13.72	6.46	10.22	47.64
青 海	100	3.11	19.53	18.55	10.40	11.29	36.94
新 疆	26	3.74	22.92	21.62	9.27	13.43	31.89
内 蒙	9	3.26	29.34	21.15	8.13	12.86	25.28
河 北	8	2.46	23.11	13.89	7.51	11.01	42.02
甘 肃	6	3.32	27.10	15.98	8.29	11.56	34.25
山 西	5	2.68	23.37	17.05	7.65	10.64	38.60
宁 夏	4	3.16	36.82	17.27	5.91	11.26	25.58

由上表可见,我国油菜品种菜油的脂肪酸组成特点是:油酸(平均15.79%)、亚油酸(平均14.57%)含量稍低,而芥酸含量偏高(平均48.37%)。我国南方油菜品种菜油含芥酸较高,含油酸、亚油酸较低;北方油菜则相反,油酸、亚油酸含量较高而芥酸含量较低。

此外,中国农业科学院油料作物研究所还对我国三大类型油菜品种菜油的脂肪酸组成进行了分析,其结果列于

表2-4。

表2-4 三种类型油菜品种菜油的
脂肪酸组成 (%)

油菜类型	测定 样品 份数	棕榈酸	油 酸	亚油酸	亚麻酸	廿碳烯酸	芥 酸
		C ₁₆ :1	C ₁₈ :1	C ₁₈ :2	C ₁₈ :3	C ₂₀ :1	C ₂₂ :1
甘蓝型	70	2.92	14.56	12.94	9.00	9.42	51.15
白菜型	290	2.06	16.41	13.51	8.25	9.24	50.33
芥菜型	210	3.01	13.11	18.42	12.32	9.48	41.58

由上可见芥菜型品种的芥酸含量较低，而亚油酸含量较高，甘蓝型品种则相反，白菜型品种介乎于以上二类型之间。

(三) 菜籽油的营养价值

这个问题主要是因为菜油中含有如此之多的芥酸 (25~53%)，它是否对人体有毒害所引起的。以含高芥酸的菜籽油短期喂饲白鼠，会引起白鼠心脏肌肉的脂肪沉积症，延长喂饲期，会导致一些坏死性心脏损伤。但是用含低芥酸的菜籽油喂饲白鼠仍然会导致坏死性心脏损伤。有人用含芥酸的菜籽油与饱和脂肪酸含量较高的猪油混合喂饲鼠群，发现对鼠群心肌的毒害作用得到缓解甚至消失。而迄今还未发现含芥酸的菜籽油对其它动物，如兔、猪、灵长目动物乃至人体有类似的毒害。根据西安医学院动物试验场所作的试验和推算，成年大白鼠平均体重约200克，每只大白鼠一个月消耗饲料750克。那么，大白鼠每克体重一个月消耗的饲料为 $750 \div 200 = 3.75$ 克。食物主要由糖类、蛋白质、油脂所组成，其中

油脂产生的热量约为食物产生总热量的20%。因此,油脂仅占食物重量的10%,也即大白鼠每克体重一个月需消耗0.375克油脂。假若这些油脂全是含芥酸的菜籽油,会引起大白鼠的上述病变,那么,按以上比例,人体重为60公斤,则每月消耗的油脂即应为22.5公斤。事实上,一般情况下人不可能吃这么多油脂。可见,在大白鼠身上所引起的病变,不能作为芥酸对人体产生毒害的重要依据。

我国人民食用菜油已有一千多年的历史,并没有发现明显的毒害作用。而且我国的食油水平较低,自菜籽油中摄取的芥酸量甚少,况且还食用动物油(猪油等)及其它植物油。因此,应该可以放心地食用菜籽油。当然,菜籽油中含有较多的芥酸,由于其碳链较长会使消化、吸收率不及豆油、棉籽油和花生油。

菜油的芥酸含量高而亚油酸含量低。亚油酸是人体必需的脂肪酸,是人体组织细胞的组成成分,对线粒体和细胞膜的结构特别重要;它参与磷脂的合成,并以磷脂形式出现在线粒体和细胞膜中;胆固醇也只有与亚油酸结合后,才能在体内运转,进行新陈代谢;人体新生组织的生长,受损组织的修复都需要亚油酸,而且亚油酸也是合成前列腺素的原料,前列腺素可以控制脂肪组织的解脂作用。因此,人们希望菜籽油中亚油酸的含量应该尽量高些为好。

亚麻酸在人体的代谢中也不能合成,而且亚麻酸对人体也有一定的促生长作用,但是它却不能消除亚油酸缺乏的症状,亚麻酸还抑制人体对亚油酸的吸收。因此,近年来有人认为亚麻酸不属于人体必需脂肪酸。亚麻酸的不饱和程度高,极不稳定,氧化酸败速度是油酸的100倍,它易导致油脂

的“变味”和“回味”，油脂的过氧化物和氧化物(醛、酮等)已公认对人体会产生一系列毒害作用和引起病变。由表2-3，表2-4可见菜油中亚麻酸的含量较高，我们希望它的含量应低一些好。

上述影响菜油营养价值的问题，通过油菜的品质育种是可以得到改善的。制取的毛菜油中含有微量含硫化合物，由于含量很少还不会致毒，至于由它引起的令人不愉快的苦辣味，则可以通过一定的精炼手段来除去，从而改善菜油的气味、滋味，使之逐渐受到人们的欢迎。

(四) 油菜新品种的培育

为了提高菜籽油及其饼粕的营养价值，国内外都积极进行油菜新品种的选育工作。自本世纪五十年代末期以来，作物育种学家们就开始了培育含低芥酸的油菜新品种的工作。加拿大的研究人员在萝卜中进行了系统地观察，1960年斯蒂芬从春油菜中分离出一株不含甘碳-烯酸和芥酸的油菜植株。又经过十年的努力，加拿大于1974年获得了低芥酸、低硫代葡萄糖甙的品种，成为世界上第一个育成“双低”品种的国家，这些“双低”油菜现在被称为“卡诺拉”(Canola)油菜。它的特征是菜油中芥酸含量在5%以下，每克饼粕中硫代葡萄糖甙含量低于2毫克。用低芥酸的“卡诺拉”菜籽制取的食用油，色泽清淡，不混浊，味香无臭，品质稳定，已用于人造奶油、起酥油、色拉油和烹饪用油。而“卡诺拉”油菜的菜籽饼粕中硫代葡萄糖甙含量极少，仅为一般品种菜籽饼粕中含量的十分之一左右。所以“卡诺拉”菜籽饼在加

拿大广泛用作畜禽饲料。“卡诺拉”菜籽饼在畜禽的日喂饲量中用量一般为：乳牛、菜牛、种火鸡10%，肉猪10~20%，肉鸡、蛋鸡、种鸡、肉火鸡20%。

此外，加拿大已培育出的“双低”（低芥酸、低硫代葡萄糖甙）油菜新品种还有斯斑（Span）、托尔（Tower）、瑞金特（Regent）、爱尔塔克斯（Altex）等十多个品种。而坎德尔（Candle）则为“三低”（低芥酸、低硫代葡萄糖甙和低纤维素）的油菜新品种。自1966年起法国也开始培育含低芥酸的油菜新品种，经过5~6年的努力，也先后培育出普里莫尔（Primor）和杰特柳夫（Jetneuf）两个低芥酸的油菜新品种，并于1976年广泛用于生产。此外，法国的“双低”油菜新品种也已培育成功并开始应用于生产。这些新品种菜籽中芥酸的含量已降低到1~3%。据报道，加拿大、西德、瑞典、波兰等国家新近几年又开始了降低亚麻酸，提高亚油酸，改育油菜籽脂肪酸组成的育种新阶段，以使菜籽油成为与向日葵、大豆油相似的优质油品。加拿大从列荷（Liho）品种选出不含芥酸的植株与纽杰脱（Nugget）品种杂交成的奥罗（Oro）品种，其芥酸含量为0.8%，是甘蓝型春油菜，我国已引进并在青海高原扎下了根。我国农业院校和科研机构也正在积极进行油菜新品种的育种工作，在某些方面也取得了较大的进展，目前还处于小范围的试验阶段。